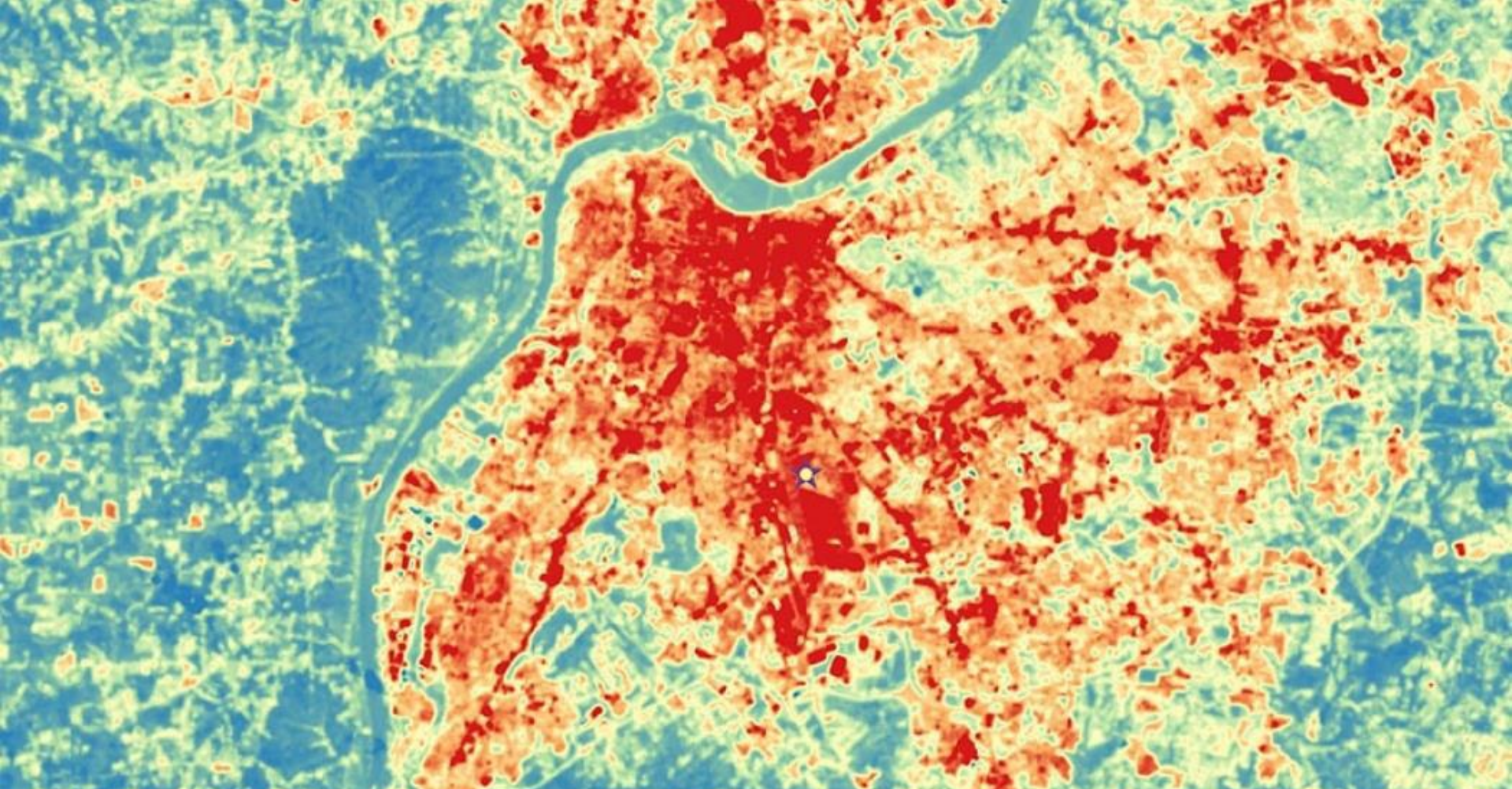




Monitorowanie miejskich wysp ciepła z wykorzystaniem danych satelitarnych na przykładzie Krakowa

Druga konferencja projektu Sat4Envi pt. „Dane satelitarne w monitorowaniu środowiska Polski”

Monika J. Hajto

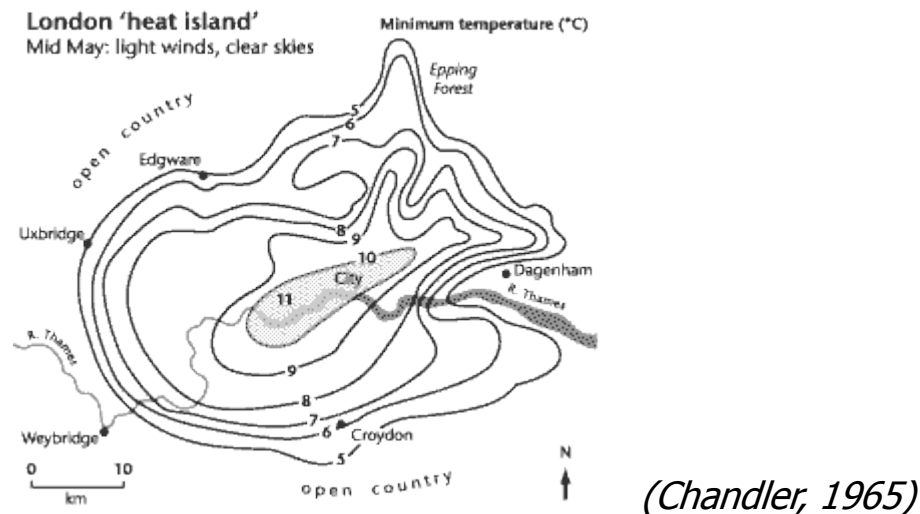
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Teledetekcji Satelitarnej

19.11.2019, Warszawa



Miejska Wyspa Ciepła, MWC (ang. *Urban Heat Island, UHI*) – co to jest?

- kluczowe zagadnienie w klimatologii obszarów zurbanizowanych (modyfikacja klimatu miasta);
- zjawisko polegające na występowaniu cieplejszego powietrza (w przy powierzchniowej warstwie atmosfery) w obszarze zabudowanym względem sąsiednich obszarów niezabudowanych lub zabudowanych w niewielkim stopniu;



- zjawisko polegające na uprzywilejowaniu termicznym obszaru zabudowanego względem sąsiednich obszarów niezabudowanych lub zabudowanych w niewielkim stopniu;
 - cieplejsze powierzchnie (ulice, chodniki, dachy, ściany) oraz powietrze (nagrzane od powierzchni)

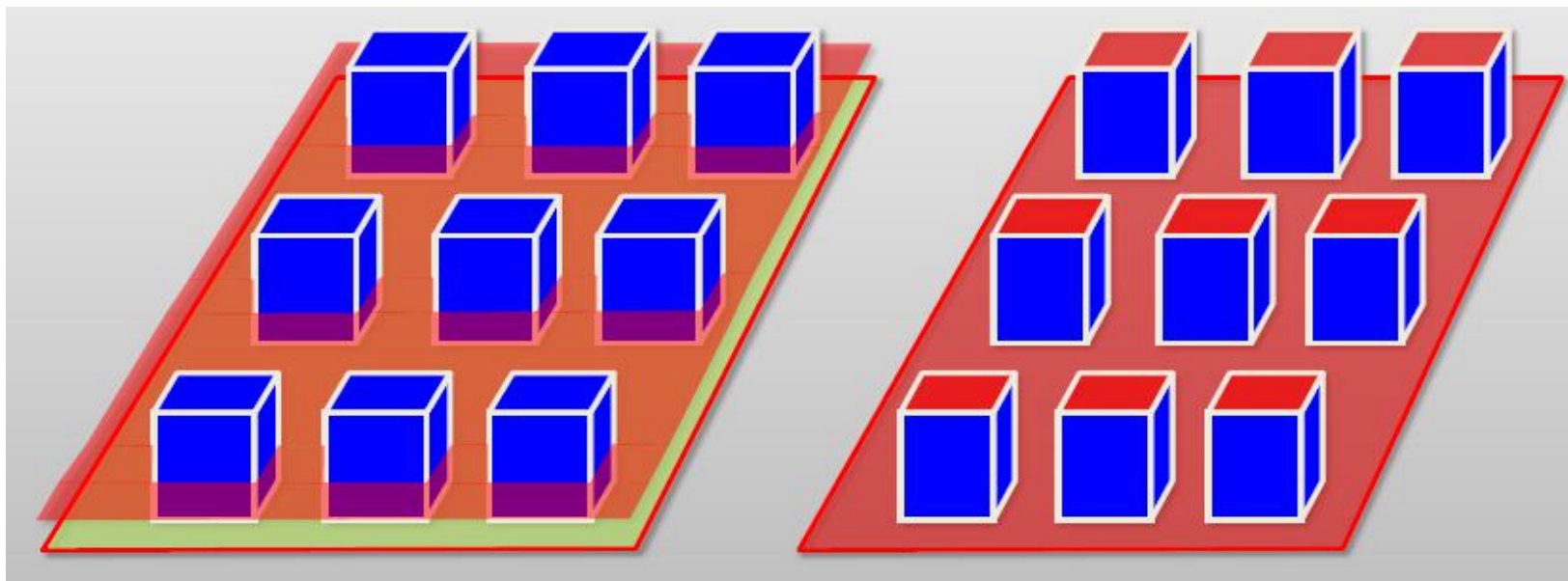
Miejska Wyspa Ciepła – MWC (Urban Heat Island – UHI)



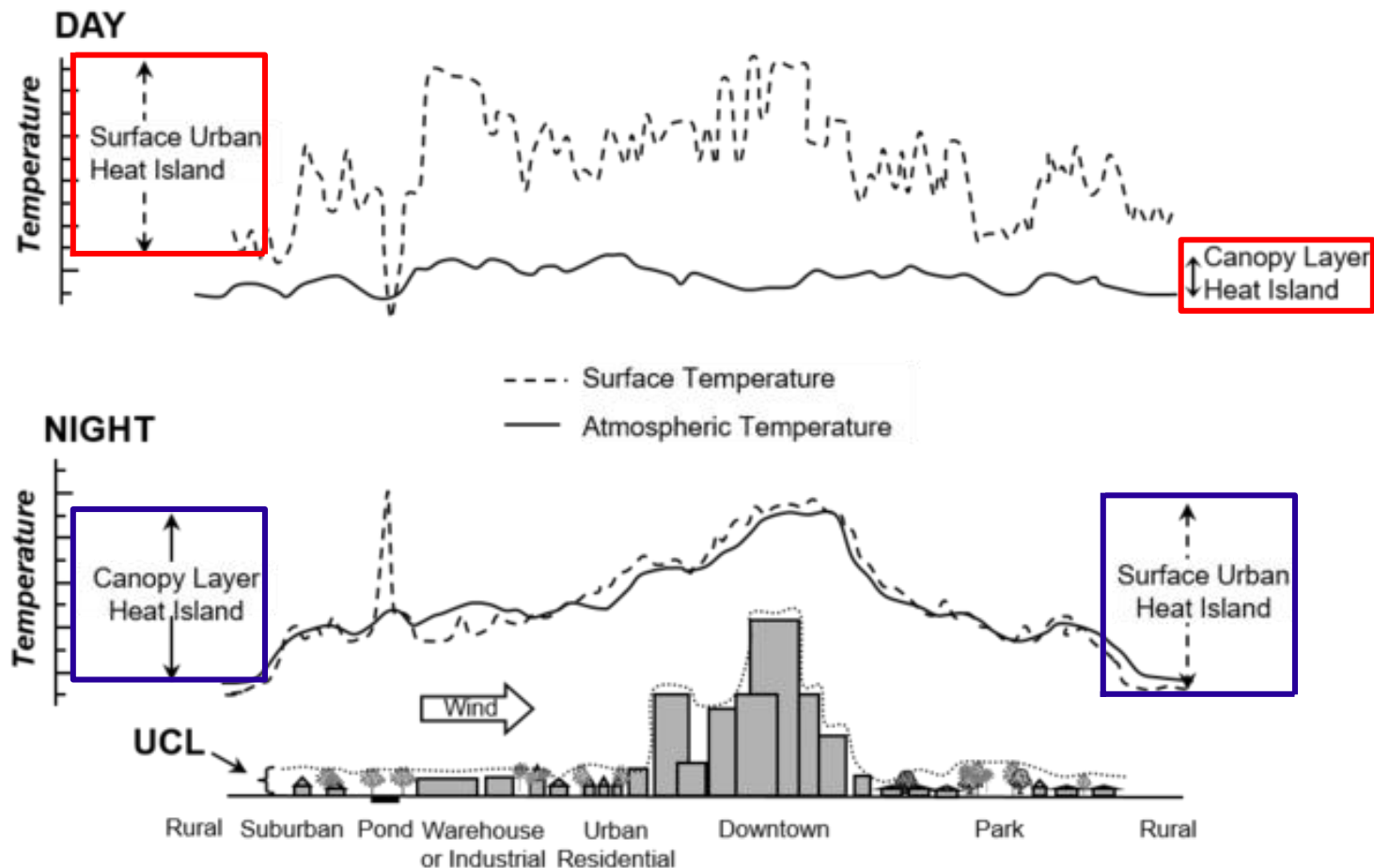
Atmosferyczna MWC (Atmospheric UHI)



Powierzchniowa MWC (Surface UHI)

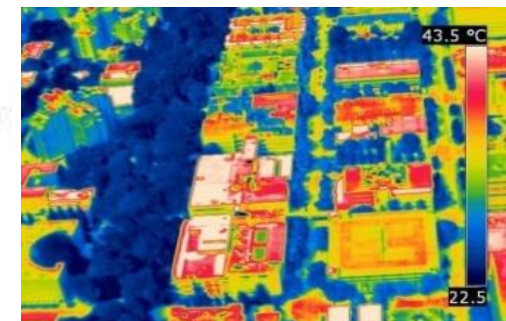
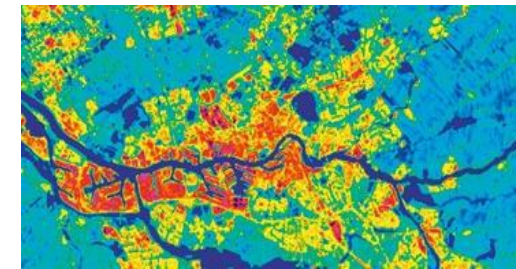
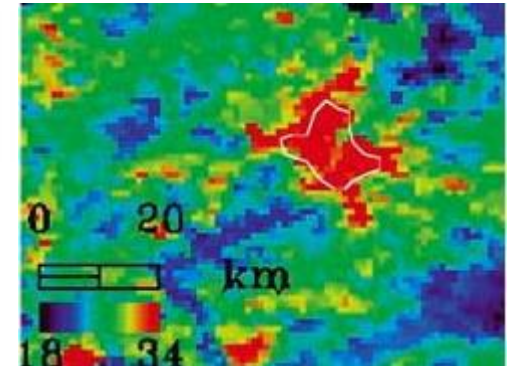
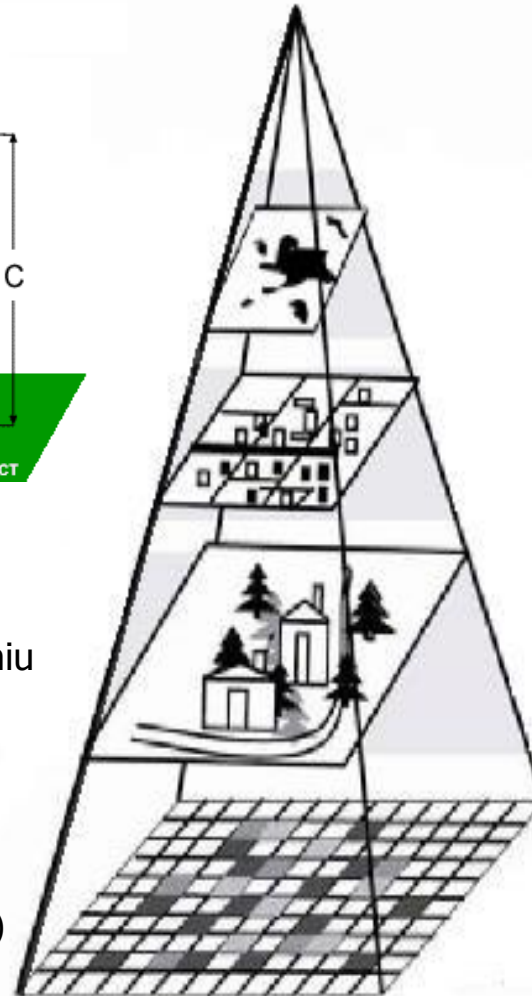
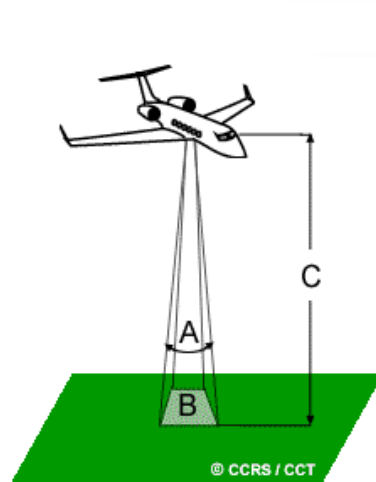
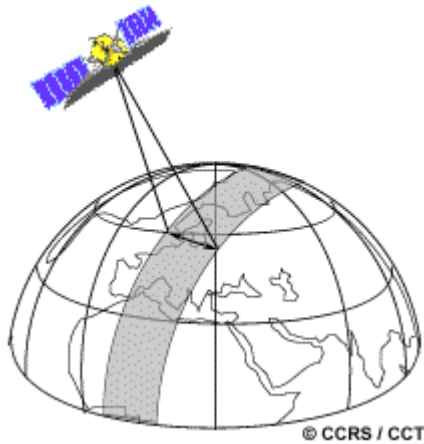


Powierzchniowa i atmosferyczna MWC w dzień i w nocy



(Voogt, 2004)

Powierzchniowa MWC (Surface UHI)



Temperatura powierzchni terenu (ang. *land surface temperature – LST*)

- **temperatura radiacyjna** przy uwzględnieniu emisyjności powierzchni oraz transmisyjności atmosfery, szacowana na podstawie teledetekcyjnego pomiaru radiometrycznego w podczerwieni termicznej, tj. pomiaru promieniowania długofalowego emitowanego przez powierzchnię terenu (wg prawa Plancka)

(Tran, 2007 after Armand, 1986)

Czujniki satelitarne rejestrujące dane termiczne:

Rozdzielczość przestrzenna ok. **1 km**:

AVHRR-3 /satelity serii NOAA (2001-...), MetOp (2006-...)

– rozdzielczość czasowa: 8-12 obrazowań w ciągu doby (dzień i noc)

MODIS /satelity Terra, Aqua (2000-...)

– rozdzielczość czasowa: 4 obrazowania w ciągu doby (dzień i noc)

AATSR /satelita Envisat (2002-2012)

– rozdzielczość czasowa: 1 obrazowanie w ciągu doby (dzień lub noc)

VIIRS /satelita Suomi-NPP (2011-...) i NOAA-20 (2017-...)

– rozdzielczość czasowa: 4 obrazowania w ciągu doby (dzień i noc)

SLSTR /satelity serii Sentinel-3 (2016-...)

– rozdzielczość czasowa: 4 obrazowania w ciągu doby (dzień i noc)

Rozdzielczość przestrzenna ok. **100 m**:

TM (1982-2011), **ETM+** (1999-2003), **TIRS** (2013-...) /satelity serii Landsat

ASTER /satelita Terra (2000-...)

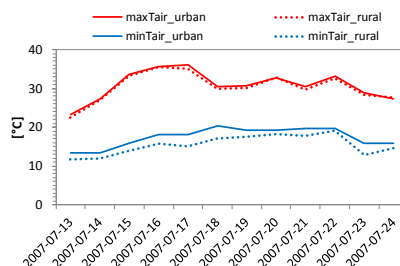
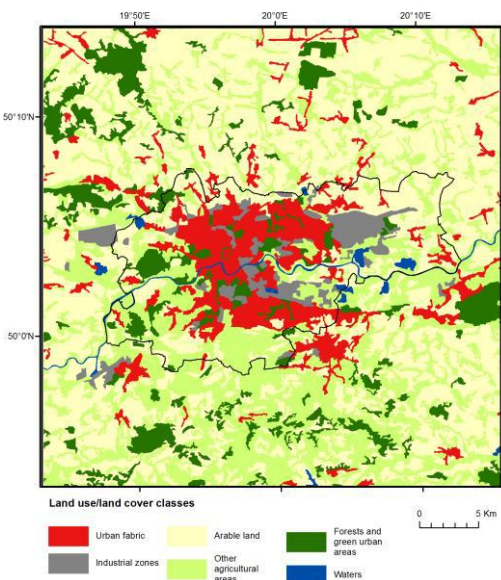
– rozdzielczość czasowa: 1 obrazowanie co 8 dni (dzień lub noc)

Wykorzystanie danych satelitarnych w detekcji powierzchniowej MWC w Krakowie:

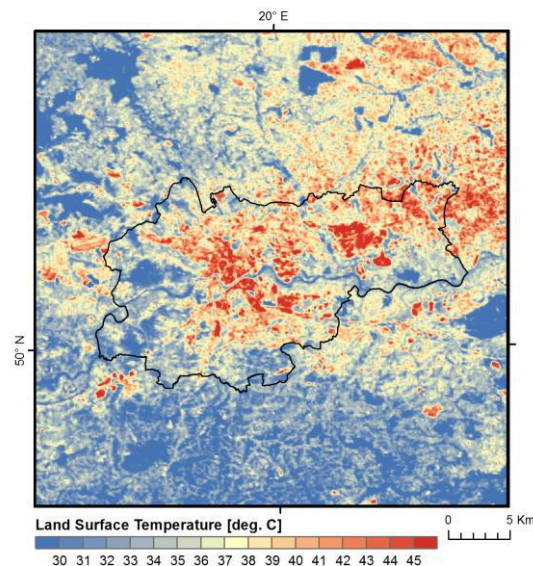
- użytkownicy kluczowi (ang. *champion users*) produktów LST przygotowanych w ramach projektu ESA DUE GlobTemperature (np. MODIS, AATSR)
- udział w spotkaniach konsultacyjnych użytkowników – prezentacje wykorzystania danych LST w badaniach klimatu miasta



Powierzchniowa MWC (Surface UHI) w Krakowie



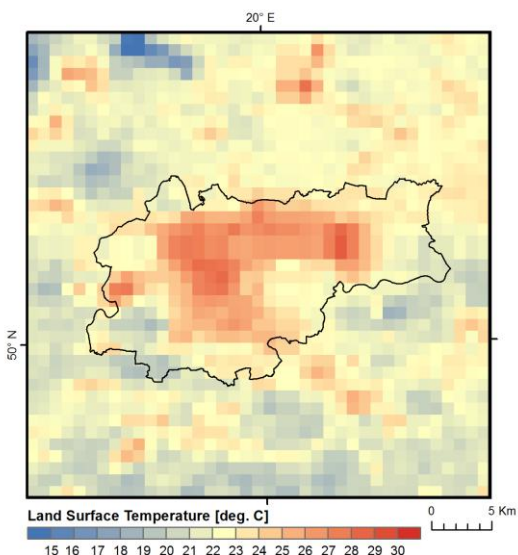
Landsat/TM day LST (2007-07-22 ~9 UTC)



SUHI [K]	avg
urb - arl	2.3
urb - agr	4.1
urb - for	7.2
urb - wat	6.5

SUHI [K]	avg
ind - arl	5.5
ind - agr	7.4
ind - for	10.5
ind - wat	9.8

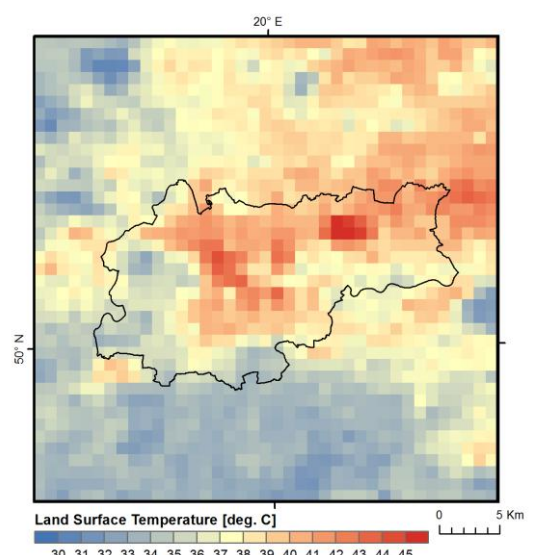
Envisat/AATSR night LST (2007-07-20 ~20 UTC)



SUHI [K]	avg
urb - arl	1.7
urb - agr	1.9
urb - for	1.5
urb - wat	0.8

SUHI [K]	avg
ind - arl	2.2
ind - agr	2.5
ind - for	2.0
ind - wat	1.3

Envisat/AATSR day LST (2007-07-22 ~9 UTC)

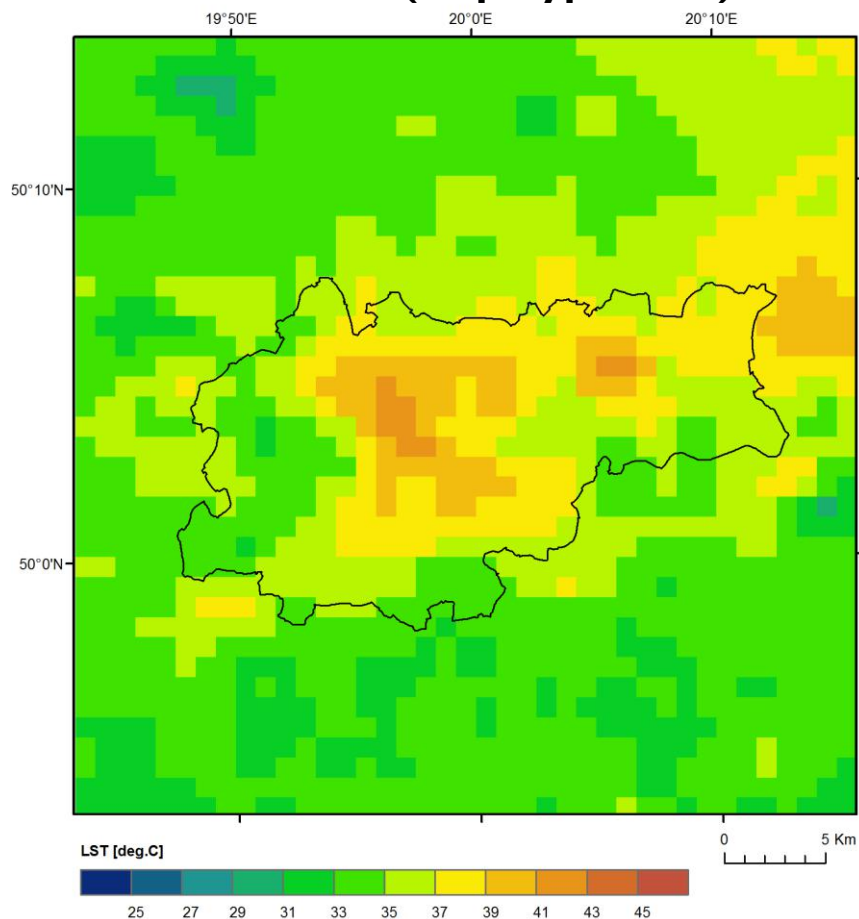


SUHI [K]	avg
urb - arl	1.6
urb - agr	2.7
urb - for	4.0
urb - wat	1.7

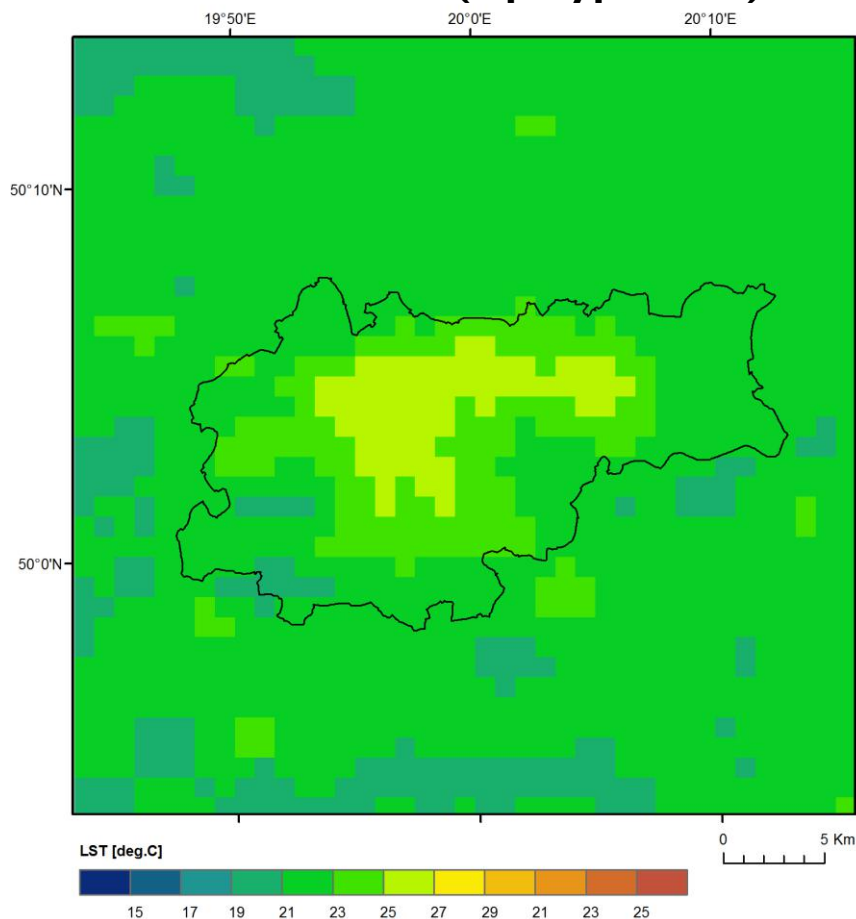
SUHI [K]	avg
ind - arl	2.9
ind - agr	4.1
ind - for	5.4
ind - wat	3.1

Mapy średniej temperatury powierzchni terenu LST Envisat/AATSR – lata 2002-2011

9:00 UTC (16 przypadków)



20:00 UTC (9 przypadków)

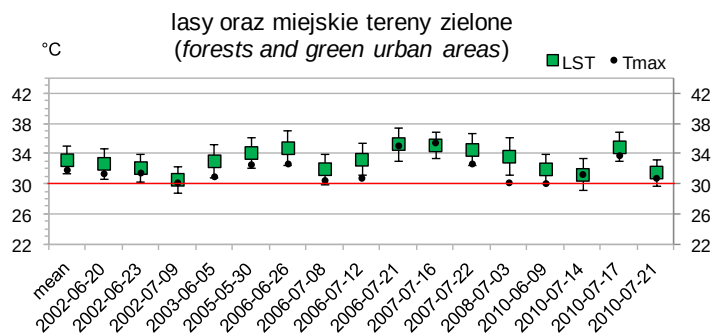
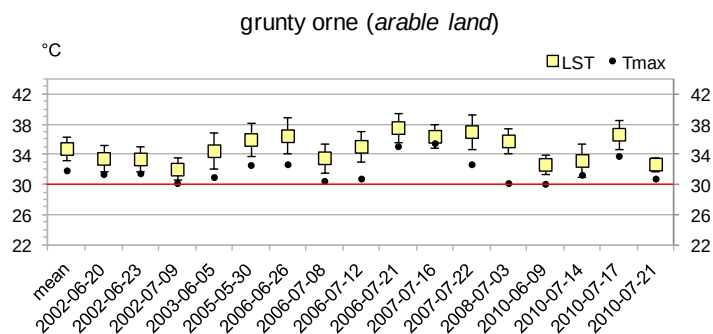
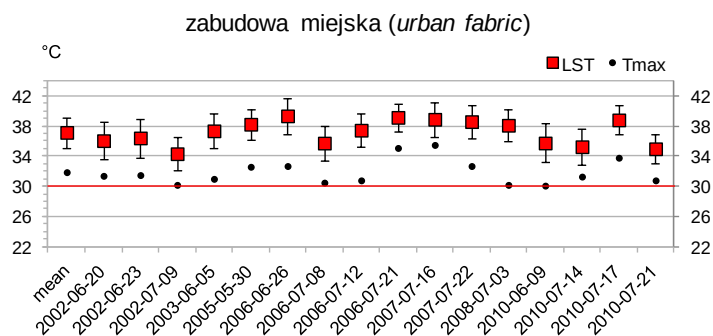


Temperatura powierzchni terenu a temperatura powietrza



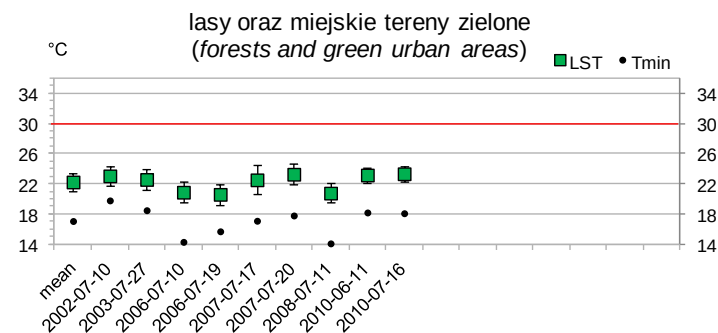
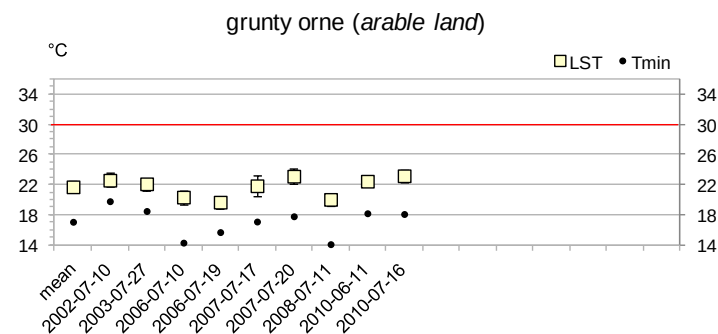
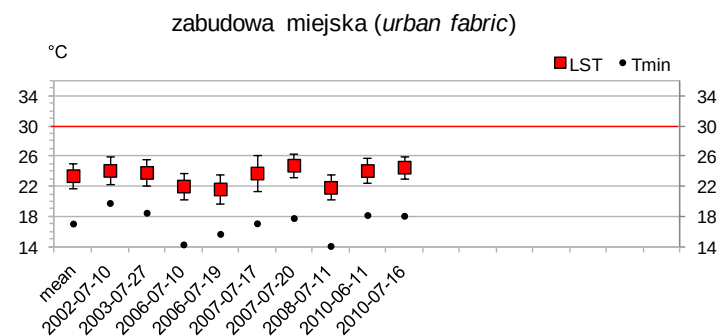
Statystyki strefowe LST (Envisat/AATSR 9:00 UTC)

wartość średnia $\pm$ odchylenie standardowe



Statystyki strefowe LST (Envisat/AATSR 20:00 UTC)

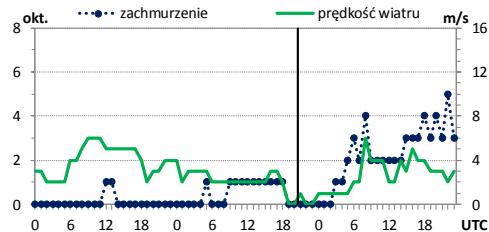
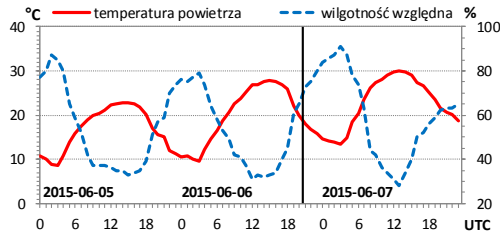
wartość średnia $\pm$ odchylenie standardowe



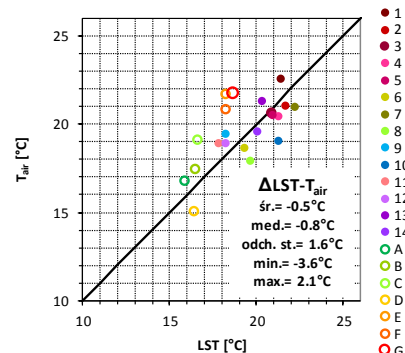
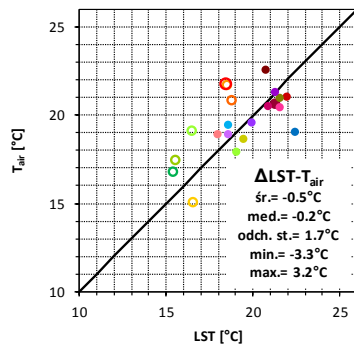
Powierzchniowa a atmosferyczna MWC



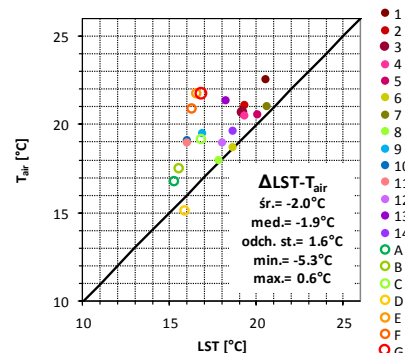
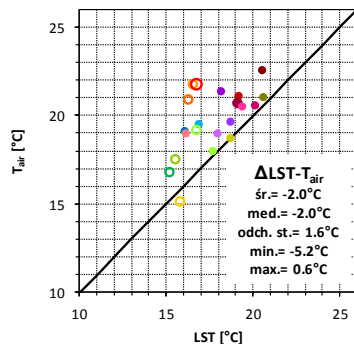
2015-06-06 NOC (20:33 UTC)



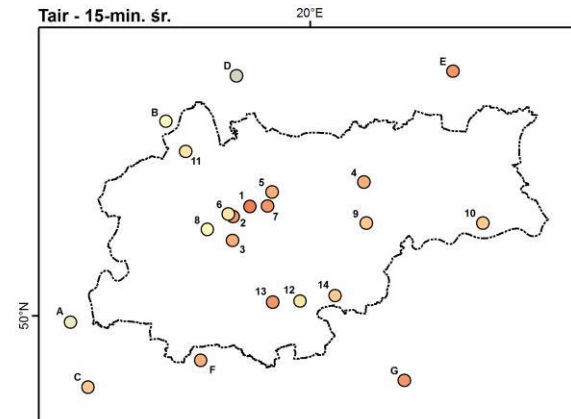
ASTER LST w promieniu 250 m i 500 m vs. T_{air}



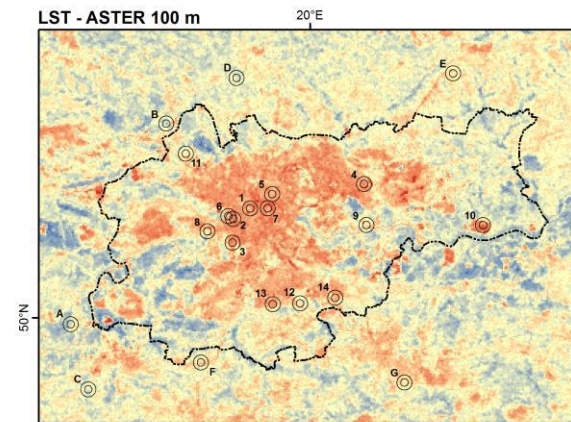
MODIS LST w promieniu 250 m i 500 m vs. T_{air}



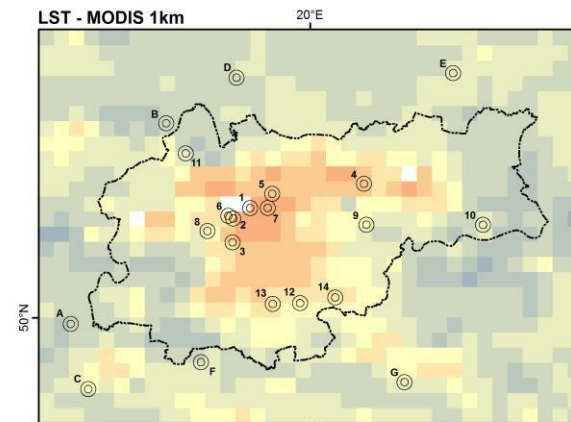
Tair - 15-min. śr.



LST - ASTER 100 m

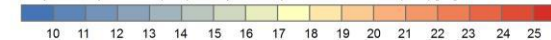


LST - MODIS 1km



⊙ obszary w promieniu 250 m i 500 m od punktów pomiarowych (1-14, A-G)

Temperatura powietrza (T_{air}) / Temperatura powierzchni terenu (LST) [°C]



- 1) Dane temperatury powierzchni terenu (LST) o rozdzielczości przestrzennej 1 km są przydatne do oceny zmienności czasowej powierzchniowej MWC.
- 2) Dane LST o rozdzielczości przestrzennej 100 m mogą być wykorzystane dla szczegółowej oceny przestrzennej powierzchniowej MWC, w tym rozpoznania miejsc szczególnie nagrzewających się.
- 3) W porze nocnej przy rozdzielczości przestrzennej 100 m obserwowane są średnio ponad 2-krotnie mniejsze różnice między temperaturą powierzchni terenu a temperaturą powietrza.
- 4) Dane LST o rozdzielczości przestrzennej 1 km mogą zostać poddane *downscaling*-owi, tj. zwiększeniu rozdzielczości przestrzennej, np. do 100 m.
- 5) Możliwość wykorzystania danych LST (po *downscaling*-u) dla nocy do modelowania (szacowania) temperatury powietrza i określania atmosferycznej MWC.

Dziękuję za uwagę

Monika J. Hajto

19.11.2019, Warszawa

